

非 JIS 灰のコンクリートへの有効利用に関する検討

大豊建設株式会社 正 会 員 ○森 拓摩
 徳島大学工学部 学生会員 山地功二
 徳島大学工学部 正 会 員 河野 清
 (株)四国総合研究所 正 会 員 馬越唯好

1. はじめに

近年、我が国において産業の発展とともに電力需要の増加がみられ、それに伴って発電所の建設が促進されている。その中でも埋蔵量の豊富な石炭による火力発電所が見直されている。現在、愛媛県西条火力発電所から排出されている石炭灰の約 90%がフライアッシュとなっており、そのうちの JIS 規格に適合しているフライアッシュ（以下、JIS 灰と称し、図表において FA と略記）はコンクリート用混和材や混合セメント用に利用されている。また、JIS 規格に適合しないフライアッシュ（以下、非 JIS 灰と称し、図表において NJ と略記）は埋め立てなどに用いられており、多量に排出される非 JIS 灰の有効利用が求められている。

一方、コンクリート用細骨材の河川からの採取に年々規制が強化され、良質な細骨材の安定供給が困難となっている。更に今後、コンクリートの需要は増大し、それに伴い骨材に対する対策が求められている。

そこで、本研究は混和材として使用できない非 JIS 灰をコンクリートに有効利用するために、細骨材の容積の一部に置き換えて、コンクリート増量材として代替使用することを目的として研究を行った。

2. 実験概要

2.1 使用材料

セメントに普通ポルトランドセメント（比重 3.15），粗骨材に徳島県那賀川産玉砕石（最大寸法 25mm），細骨材に徳島県吉野川産川砂，細骨材の粒度調整用に微砂，混和剤として高性能減水剤および AE 剤，細骨材の代替物として非 JIS 灰（比重 2.20，Ig.loss 6.2%）および JIS 灰（比重 2.22）を使用した。

2.2 コンクリートの配合および試験方法

単位セメント量は 300kg/m^3 とし、水セメント比 50%，目標スランプ 12cm，目標空気量 4%の一定として配合を定めた。（表-1 参照）このような配合条件のコンクリートを強制 2 軸型練混ぜミキサで練り混ぜ、供試体を $\phi 10 \times 20\text{ cm}$ ， $\phi 15 \times 4\text{ cm}$ および $\square 10 \times 10 \times 40\text{ cm}$ 型枠に成形した。 $\phi 10 \times 20\text{ cm}$ 供試体で強度試験，耐海水性試験などを， $\phi 15 \times 4\text{ cm}$ 供試体で耐摩耗性試験を，また $\square 10 \times 10 \times 40\text{ cm}$ 供試体で乾燥による長さ変化率試験を行った。

表-1 コンクリートの配合

	s/a	単 位 量 (kg/m^3)							
		W	C	吉野川	微砂	代替物	G	減水剤	AE 剤
PL	42	150	300	710	79	0	1094	$C \times 0.6$	$C \times 0.05$
N10	40			608	68	63	1132	$C \times 1.2$	$C \times 0.09$
N20	38			514	57	120	1170	$C \times 1.8$	$C \times 0.19$
F10	40			608	68	63	1132	$C \times 0.8$	$C \times 0.06$
F20	38			514	57	121	1170	$C \times 1.1$	$C \times 0.09$

注) 代替率 0%を PL, NJ および FA の代替率 10, 20%をそれぞれ N10, N20 および F10, F20 とする。

3. 実験結果およびその考察

(1) 圧縮強度試験結果（図-1 参照）

非 JIS 灰コンクリートは、普通コンクリートと比較して、長期材齢において圧縮強度の増加がみられ、JIS 灰コンクリートと比較しても、各材齢において同等かそれ以上の良好な強度発現が得られる。これは、非 JIS 灰は粉末度（比表面積： $4160\text{cm}^2/\text{g}$ ）が明らかに高く、二酸化ケイ素 (SiO_2) の含有量が多いためフィラー効果とポズラン反応の影響に

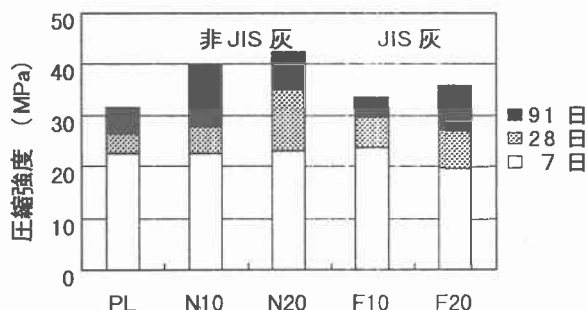


図-1 圧縮強度試験結果

よりコンクリート中の組織が緻密になったものと思われる。

(2)引張強度試験結果 (図-2 参照)

非 JIS 灰コンクリートと普通コンクリートとを比較してみると、圧縮強度の場合ほど明らかではないものの、代替率が高くなるにつれて高い強度発現を示す傾向がある。

(3)長さ変化率試験結果 (図-3 参照)

代替率が 10% の非 JIS 灰および JIS 灰コンクリートは、各配合ともに普通コンクリートの乾燥による長さ変化率とほぼ同等であるのに対して、代替率が 20% になると幾分大きくなる傾向がみられる。これは、コンクリート中の代替物の割合、すなわち結合材量がコンクリートの乾燥による長さ変化率に影響を及ぼしたためと思われる。しかし、材齢 91 日において、長さ変化率の値は 0.05% 以下と僅かであり、コンクリートの品質に問題ないものと思われる。

(4)耐摩耗性試験結果 (図-4 参照)

耐摩耗性試験として、すりへり抵抗性試験を行った。フライアッシュコンクリートと普通コンクリートのすり減り深さは、ほぼ同等と評価できるのに対して、非 JIS 灰コンクリートのすり減り深さは、普通コンクリートと比べて回転数の増加に伴い減少する傾向がみられる。これは、材齢 28 日の圧縮強度の増加にみられるように養生期間による品質向上が影響しているのではないかとと思われる。

(5)耐海水性試験結果 (図-5 参照)

耐海水性試験として、乾湿繰り返し試験を行った。非 JIS 灰コンクリートと普通コンクリートとを比較してみると、代替率 10% において相対動ヤング係数は、ほぼ同等の値を示し、20% においては、やや大きな値を示す傾向がみられる。よって、非 JIS 灰によりコンクリートの耐海水性は、良好であると思われる。また、改善効果は JIS 灰のものとはほぼ同等であるといえる。

4. まとめ

石炭火力発電所から多量に排出される石炭灰中の非 JIS 灰を増量材として細骨材に代替して用いると、本研究の範囲内で得られた諸性質は、各とも普通コンクリートとほぼ同等かあるいは性質によっては優れた結果が得られている。強度特性については、圧縮強度の増加などにみられる良好な強度発現が得られており、また、耐摩耗性や耐海水性などの耐久性についても優れた結果が得られている。したがって、コンクリートの配合の際、混和剤を活用することによってフレッシュコンクリートのワーカビリティをうまく調整できれば、非 JIS 灰を細骨材容積の 10% 程度代替し、コンクリート用増量材としての有効利用が十分可能といえる。

なお、非 JIS 灰および JIS 灰を提供いただいた四国電力㈱ならびに四電産業㈱に感謝いたします。

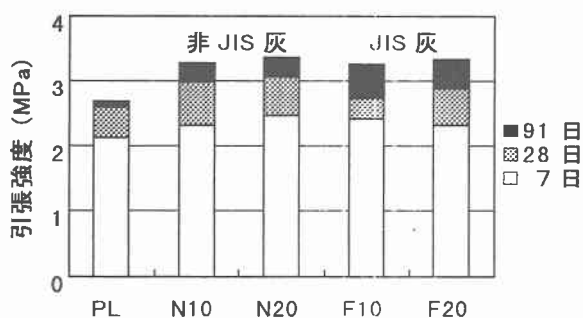


図-2 引張強度試験結果

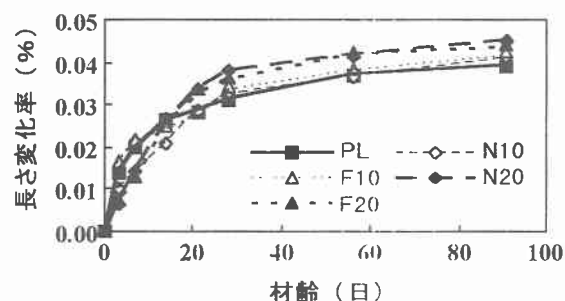


図-3 長さ変化率試験結果

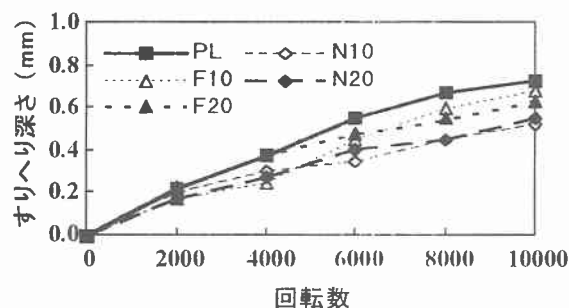


図-4 耐摩耗性試験結果

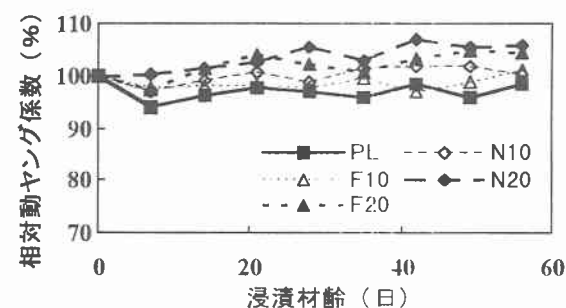


図-5 耐海水性試験結果